

**Application Number** 91103670

**Publication Number** 1057977

**Title** Method for making angular core-head to hot-extrude bend

**Abstract** This angle mandrel features that a coarse blank is made up by overlapping two angular main core plates made in a special approach and multiple secondary core plates and then welding them together and the coarse blank is minually trimmed into a finished product. The bend extruded with this angle mandrel can meet the requirements of standard without shaping step.

**Application Number** 00132747

**Publication Number** 1354223

**Title** Catalytic cracking catalyst for producing gasoline richly-containing paraffinic hydrocarbon

**Abstract** The present invention relates to a catalytic cracking catalyst for producing gasoline richly-containing isoparaffin. It is formed from (wt%) 0-70 wt% of clay, 5-90 wt% of inorganic oxide and 1-50 wt% of zeolite by using weight of catalyst as reference. The above-mentioned zeolite is the mixture of the supersiliceous Y zeolite, whose content is 25-75 wt% of the above-mentioned zeolite weight as reference and silicon-aluminium ratio is 5-15 and rare earth content (by RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) is 8-20 wt%, and the supersiliceous Y zeolite, whose content is 25-75 wt% and silicon-aluminium ratio is 16-50 and rare earth content (by RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) is 2-7 wt%. The application of said catalyst can obviously raise isoparaffin content in the gasoline.

**Application Number** 01115613

**Publication Number** 1382631

**Title** Rare-earth Y-type zeolite

**Abstract** A rare-earth Y-zeolite used for preparing the cracking catalyst of petroleum hydrocarbon has 4-15 wt.% of rare-earth content, 2.45-2.458 nm of crystal cell constant, 1000-1056 deg.C of differential thermal collapse temp, and 8.3-8.8 of Si/Al ratio. Its advantages are high activity and selectivity to heavy oil and coke, good hydrogen transfer activity, and high output rate of light oil.

**Application Number** 01115612

**Publication Number** 1382525

**Title** Process for preparing rare-earth type high-silicon gamma-zeolite

**Abstract** A process for preparing rare-earth contained high-Si Y-zeolite includes drying the rare-earth contained Y-zeolite until its water content is 10 wt.%, introducing  $\text{SiCl}_4$  gas carrier by dried air in the weight ratio of 0.1-0.9 ( $\text{SiCl}_4$ ):1 (Y-zeolite), reaction at 150-600 deg.C for 10 min-6 hr, scavenging with dried air for 5 min-2 hr, and washing in decaionic water. Its advantages are simple process, saving energy and no pollution.

**Application Number** 00109377

**Publication Number** 1325940

**Title** P-contained cracking catalyst for hydrocarbons and its preparing process

**Abstract** A phosphorus-contained cracking catalyst for hydrocarbons is prepared from Y molecular sieve or Y molecular sieve and MFI molecular sieve and/or beta molecular sieve (10-60 wt.%), clay (0-75), dual-alumina adhesive (10-60), P and rare-earth through treating molecular sieve with P-contained solution, mixing molecular sieves and then with clay and said adhesive, calcining at 500 deg.C or spray drying, and treating with P-contained solution. It can reduce the olefin content in gasoline fraction to 20-26 wt.%.

**Application Number** 95101076

**Publication Number** 1127161

**Title** Preparation of rare earth-containing rich silicon ultra stabilization Y-type molecular sieve

**Abstract** The preparation method uses NaY as raw material, under the existence of solid  $\text{ReCl}_3$ , the  $\text{SiCl}_4$  is used to conduct gas phase reaction of dealumination and silicification to complete once through the NaY ultrastabilization and rare earth ion exchange. The cell constant  $a_0$  of the molecular sieve made by said method is 2.430-2.460 nm, the rare earth content is 0.15-10.0 wt%,  $\text{Na}_2\text{O}$  content is less than 1.0 wt%. Said molecular sieve can be directly used in the preparation of cracking catalyst of petroleum hydrocarbon.

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

C10G 11/02

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00132747. X

[43] 公开日 2002 年 6 月 19 日

[11] 公开号 CN 1354223A

[22] 申请日 2000.11.17 [21] 申请号 00132747. X

[71] 申请人 中国石油化工股份有限公司

地址 100029 北京市朝阳区惠新东街甲 6 号

共同申请人 中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院

[72] 发明人 施至诚 赵留周 许友好  
张久顺 何鸣元

权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图页数 0 页

[54] 发明名称 生产富含异构烷烃汽油的催化裂化催化剂

[57] 摘要

一种用于生产富含异构烷烃汽油的催化裂化催化剂,是由以催化剂重量为基准的 0~70 重% 粘土,5~90 重% 无机氧化物和 1~50 重% 的沸石组成,其中的沸石为以沸石重量为基准的 25~75 重% 的硅铝比为 5~15、以  $RE_2O_3$  计的稀土含量为 8~20 重% 的高硅 Y 沸石和 25~75 重% 的硅铝比为 16~50、以  $RE_2O_3$  计的稀土含量为 2~7 重% 的高硅 Y 沸石的混合物。使用该催化剂可明显提高汽油中异构烷烃的含量。

ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

# 权利要求书

1、一种用于生产富含异构烷烃汽油的催化裂化催化剂，其特征在于它是由以催化剂重量为基准的0~70重%粘土，5~90重%无机氧化物和1~50重%的沸石组成，其中的沸石为以沸石重量为基准的(1)25~75重%的硅铝比为5~15、以 $\text{RE}_2\text{O}_3$ 计的稀土含量为8~20重%的高硅Y沸石和(2)25~75重%的硅铝比为16~50、以 $\text{RE}_2\text{O}_3$ 计的稀土含量为2~7重%的高硅Y沸石的混合物。

2、按照权利要求1的催化剂，其特征在于所述的粘土是天然的或人工合成的、经或不经各种化学和/或物理方法处理的、通常用作裂化催化剂载体的各种粘土。

3、按照权利要求2的催化剂，其特征在于所述的粘土选自高岭土和/或多水高岭土。

4、按照权利要求1的催化剂，其特征在于所述的无机氧化物选自无定型 $\text{SiO}_2\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 或 $\text{SiO}_2$ 。

5、按照权利要求1的催化剂，其特征在于所述的高硅Y沸石是用化学和/或物理方法处理得到的、稳定化了的Y型沸石。

## 生产富含异构烷烃汽油的催化裂化催化剂

本发明涉及一种催化裂化催化剂，更具体地说，是一种用于石油烃裂化生产富含异构烷烃汽油的催化剂。

60 年代初最早使用的 Y 型沸石是经稀土交换的 REY 沸石。REY 沸石硅铝比小于 5，稀土含量以  $\text{RE}_2\text{O}_3$  计不低于 17 重%(占沸石重)，酸中心密度高，氢转移性能强，汽油中烯烃和环烷烃含量低，导致汽油辛烷值下降，而不得不以四乙基铅作为提高辛烷值的添加剂。但尽管如此，Y 型沸石一直是重质石油烃流化催化裂化(FCC)所用催化剂的主要活性组分。

1975 年美国取消加铅汽油，出现了以超稳 Y (USY) 沸石取代 REY 沸石作为活性组元的裂化催化剂。USY 是通过水热处理法使 Y 型沸石骨架脱铝而制成的一种高硅 Y 沸石，该沸石的硅铝比一般在 5~10 之间，不含或含少量稀土。由于 USY 的骨架硅铝比提高、酸中心密度降低，其氢转移性能减弱。因而，汽油的烯烃含量增加、辛烷值提高。如 USP4, 242, 237 披露一种用于生产高辛烷值汽油的裂化催化剂，其活性组分包括一种稀土含量<1.15 重% (以  $\text{RE}_2\text{O}_3$  计，占沸石重) 的 USY 沸石和另一种包括毛沸石、丝光沸石、A 沸石、菱沸石和菱钾沸石在内的小孔沸石。USP4, 259, 212 披露一种含 USY 沸石的裂化催化剂，其 USY 沸石的稀土含量<1.15 重% (以  $\text{RE}_2\text{O}_3$  计，占沸石重)，晶胞常数<24.41Å。上述两篇专利所用的 USY 沸石都是含少量的稀土。

80 年代初 ZSM-5 类择型沸石开始被应用于 FCC 催化剂，用以提高汽油的辛烷值。USP4, 309, 280 中披露，可将占催化剂重 0.01~1 重%的 HZSM-5 沸石直接加入 FCC 装置中。USP3, 758, 083 披露了二者比例为 1: 30~3: 1 的、以 ZSM-5 沸石和大孔沸石 (如 X 型，Y 型) 为活性组分的催化剂，旨在提高产品汽油的辛烷值，同时使  $\text{C}_3^- + \text{C}_4^-$  产率增加。ZSM-5 在 FCC 中的作用实际上是选择性地将汽油馏分中辛烷值低的直链烃类裂化成低碳烯烃，并将部分低碳烯烃芳构化，使汽油的辛烷值得以提高。因此，ZSM-5 的应用不可避免

地会造成汽油中烯烃、芳烃含量的增加。

90 年代开始环保要求日趋严格，美国提出了新配方汽油方案，对汽油中的烯烃和芳烃，尤其是苯的含量进行了限制，并且要求汽油中应有一定量的含氧化合物。甲基叔丁基醚（MTBE）和叔戊基甲基醚（TAME）被认为是符合上述要求的高辛烷值添加组分。异丁烯和异戊烯分别是生产 MTBE 和 TAME 的原料。因此，炼油工作者进行了多产异丁烯和异戊烯的研究工作。如 ZL94114963.3、ZL94107496 披露在生产汽油的同时增产异丁烯和异戊烯的催化裂解催化剂。USP5, 702, 589 则是将 FCC 过程和醚化过程结合起来，来自 FCC 反应区的含有正丁烯和正戊烯及异丁烯和异戊烯的物流引入醚化蒸馏区，然后将未转化的正丁烯和正戊烯从醚化蒸馏区分离出来，与 FCC 原料混合进入反应区，在 0~6atm，425~650℃ 反应温度下与硅铝比大于 500 的 ZSM-5 接触，部分正丁烯和正戊烯转化成异丁烯和异戊烯。醚类化合物虽有优点，但由于其不能生物降解，一旦贮罐泄漏会污染地下水，因此，其用量正在减少，可能不久将禁用。

众所周知，异构烷烃，尤其是  $C_4 \sim C_6$  低碳异构烷烃，辛烷值高、敏感度低，具有理想的挥发性和清洁燃烧性，是汽油的理想调和组分。异构烷烃可通过低碳烯烃和烷烃的烷基化或通过长链烃类的异构化制得，在这些反应中一般采用酸性基质负载贵金属的双功能催化剂。已有很多关于这方面研究工作的报导。

FCC 是生产汽油的重要工艺，在 FCC 过程中虽然有异构化反应，但其所占比例较小，并不是主要反应类型。如能促进 FCC 过程中的异构化反应的发生，则有助于提高 FCC 汽油产品中异构烷烃的含量，可以为符合环保要求的新配方汽油的生产提供新的技术支持。

在催化裂化过程中直链烷烃的异构化，实际上是大分子烃类初次裂化生成烯烃的骨架异构过程。直链烷烃骨架异构化需要较强的酸性中心。参加异构反应的分子虽然是直链的，但直链分子的骨架异构要通过环丙基正碳离子中间

体进行，因而占有一定空间，故大孔沸石有利于直链烃的支链异构化反应。骨架异构基本上是单分子反应，高硅铝比的沸石有利于支链烃类的生成。由于异构烃类的反应性能最大，所以硅铝比低的沸石会使生成的异构烃类再裂化。但硅铝比过高的话，不但沸石的酸中心太少，而且强酸中心也开始丢失，导致反应过程的总转化率下降。 $\text{RE}_2\text{O}_3$  对于沸石也颇为重要，沸石中稀土元素的存在不但增加了沸石的强酸中心，也增加了过程的氢转移反应，使生成的异构烯烃很快经氢转移饱和成异构烷烃。

高硅 Y 沸石作为催化剂活性组元的专利文献非常多。如 USP4, 880, 787 披露了一种含硅铝比为 5~100 的 USY 和约束指数为 1~12 的沸石催化剂，其载体中含有铝和稀土元素，稀土含量为催化剂的 0.01~10 重%。此种催化剂主要用于增加 FCC 汽油和馏分油产率及降低 FCC 过程的焦炭和气体产率。当 USY 的硅铝比很高时，催化剂的活性低，所需要的反应苛刻度高，反应温度高达 649 °C，液体空速小到  $0.1\text{h}^{-1}$  甚至更低。

USP5, 055, 437 披露了一种 FCC 催化剂，该催化剂是以下三种组分的混合物：A) 脱铝 Y 沸石为活性组分，含稀土的高铝载体催化剂，其作用是将大分子石油烃裂解生成较小的烷烃和烯烃；B) HZSM-5 加在载体上作为烷烃选择性裂化和异构化助剂；C) 镓 ZSM-5 作为芳构化助剂。

上述有关 USY 沸石催化剂的专利文献，不论硅铝比的范围有多宽，都仅仅涉及到某一种硅铝比的 Y 型沸石，且所制备的催化剂还不能很好地满足对 FCC 汽油品质的要求。

本发明的目的是在上述现有技术的基础上，提供一种新型催化剂，该催化剂能很好地兼顾裂化反应和异构化反应，使催化裂化的汽油产品富含异构烷烃。

本发明提供的催化剂是由以催化剂重量为基准的 0~70 重%粘土，5~90 重%无机氧化物和 1~50 重%的沸石组成，其中，所述沸石为以沸石重量为基准的(1)25~75 重%的硅铝比为 5~15、以  $\text{RE}_2\text{O}_3$  计的稀土含量为 8~20 重%的高硅

Y 沸石和(2)25~75 重%的硅铝比为 16~50、以  $\text{RE}_2\text{O}_3$  计的稀土含量为 2~7 重%的高硅 Y 沸石的混合物。

本催化剂中的沸石优选:以沸石重量为基准的(1)30~70 重%的硅铝比为 5~15、以  $\text{RE}_2\text{O}_3$  计的稀土含量为 8~20 重%的高硅 Y 沸石和(2)30~70 重%的硅铝比为 16~50、以  $\text{RE}_2\text{O}_3$  计的稀土含量为 2~7 重%的高硅 Y 沸石的混合物。

本催化剂中的粘土可以是天然的或人工合成的、经或不经各种化学和/或物理处理的、通常用作裂化催化剂载体的各种粘土,如高岭土、多水高岭土等。

本催化剂中的无机氧化物选自无定型  $\text{SiO}_2\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  或  $\text{SiO}_2$ 。

本催化剂中的高硅 Y 沸石是用化学和/或物理方法处理得到的、稳定化了的 Y 型沸石,如水热法,酸处理法、气相或液相抽铝补硅法、 $\text{SiCl}_4$  法等处理后得到的高硅 Y 型沸石。

本发明提供的催化剂的制备方法如下:将无机氧化物的前身物,如铝溶胶、拟薄水铝石、硅溶胶或其混合物以及硅铝溶胶或凝胶与粘土按预定配比混合,用脱阳离子水将其配制成固含量为 10~50 重%的浆液,搅拌均匀,用无机酸如盐酸、硝酸、磷酸或硫酸,将浆液 PH 调至 2~4,保持该 PH 值,于 20~80  $^{\circ}\text{C}$  下静置老化 0~2 小时,降至常温后加入预定量的沸石,均质,喷雾干燥,洗去游离钠离子,干燥得成品。

本发明催化剂由于采用了不同硅铝比及不同稀土含量的二种高硅 Y 沸石作为活性组分,有利于 FCC 过程中重质石油烃的裂化反应以及所生成的中间产物的异构化反应。为了增加 FCC 过程中的异构化反应,本发明采用了硅铝比为 16~50 的高硅 Y 沸石。该高硅 Y 沸石的酸中心强度高,可有效抑制已生成的低碳异构烃的再裂化反应。但不足之处是其大分子烃的裂化性能较差,反应过程的总转化率下降,使得可进行异构化等二次反应的初次反应产物减少。为此,本发明同时采用了另一种硅铝比较前者稍低的高硅 Y 沸石,其硅铝比为 5~15,以增强对重油大分子的裂化能力。通过试验可知,本发明提供的催化剂在相同的转化率下,汽油中异戊烷和异己烷产率比现有技术分别增加



17~69%和 13~63%，而烯烃含量仍能控制在较低水平上。

下面的实施例将对本发明予以进一步说明，但并不因此而限制本发明。

实施例中的催化剂评价试验是在重油微反装置上进行的，反应温度为 480℃，剂油比 3.2，重量空速 16 时<sup>-1</sup>，进油时间 70 秒。催化剂样品预先经 800℃，100%水蒸气处理 4 小时，其装入量以使转化率控制在 75%左右为准。原料油为大庆蜡油，其性质见下表。

密度, $d_4^{20}$	0.8564
馏程, °C	350~500
凝点, °C	42
运动粘度, mm <sup>2</sup> /s, 100°C	4.6
族组成, 重%	
饱和烃	86.6
芳香烃	13.4

### 实施例1

本实例说明：本发明提供催化剂的制备及其反应性能。

本实例中所用高硅沸石 Y<sub>1</sub> 是用 NH<sub>4</sub>Y 经水热处理及稀土离子交换而制备得的，其硅铝比为 6.3，以 RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 计的稀土含量为 14 重%。高硅沸石 Y<sub>3</sub> 是用 NaY 经 SiCl<sub>4</sub> 气相处理及稀土离子交换制备得的样品，其硅铝比为 18，以 RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 计的稀土含量为 4 重%。高硅沸石 Y<sub>1</sub> 与高硅沸石 Y<sub>3</sub> 的重量比为 1.67。

用 4300 克脱阳离子水将 969 克多水高岭土（中国高岭土公司产品，固含量 73%）打浆，再加入 781 克拟薄水铝石（山东淄博铝石厂产品，固含量 64%）和 144ml 盐酸（浓度 30%，比重 1.56）搅拌均匀，在 60℃静置老化 1 小时，保持 PH 为 2~4，降至常温，再加入预先准备好的含 500 克 Y<sub>1</sub>(干基)、300 克

Y<sub>3</sub>(干基)和 2000 克化学水的沸石浆液,搅拌均匀,喷雾干燥,洗去游离 Na<sup>+</sup>,得催化剂样品 A。表 1 和表 2 分别列出了该样品的组成及其在重油微反装置上的评价结果。

[对比例 1]以硅铝比为 5.5,以 RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 计的稀土含量为 20 重%的 REY 型沸石代替本发明催化剂中所使用的沸石,按照催化剂样品 A 的制备方法制得对比样 1。为对比起见,该对比样的组成及其在重油微反装置上的评价结果也分别列入表 1 和表 2。

由表 2 可知催化剂样 A 的异戊烷和异己烷分别较对比样 1 高约 3 个百分点和 4 个百分点,前者的汽油产率较后者高约 4.3 个百分点(占原料重),焦炭和干气的产率前者则较后者低。

表 1

项 目	催化剂 A	对比样 1
组成, 重%		
高岭土	35	45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25	30
高硅稀土 Y <sub>1</sub>	25	
高硅稀土 Y <sub>3</sub>	15	
REY		25

表 2

项 目	催化剂 A	对比样 1
转化率, %	74.89	75.61
裂化气, 重%	12.10	15.21
其中 <sup>*</sup> C <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2.44	2.49
C <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1.35	2.21
iC <sub>4</sub> <sup>0</sup>	4.30	4.20
汽油 (C <sub>5</sub> ~220℃), 重%	56.46	52.00
其中 <sup>**</sup> C <sub>5</sub> <sup>-</sup>	2.03	2.06
C <sub>6</sub> <sup>-</sup>	1.51	1.61
iC <sub>5</sub> <sup>0</sup>	8.44	5.64
iC <sub>6</sub> <sup>0</sup>	12.00	8.32
苯	0.22	0.20
甲苯	1.98	1.61
二甲苯	4.99	4.32
三甲苯	4.86	4.25
柴油 (221~330℃), 重%	13.26	13.55
重油 (>330℃), 重%	11.85	11.84
焦炭, 重%	6.37	7.40
合计	100.00	100.00

\* 裂化气中单烃组分的产率以原料重量为计算基准

\*\* 汽油中单烃组分的产率以汽油重量为计算基准

### 实施例 2

本实例说明：本发明提供催化剂的制备及其反应性能。

本实例中所用高硅沸石 Y<sub>2</sub> 是用 NH<sub>4</sub>Y 经水热处理及稀土离子交换而制备得的，其硅铝比为 12.8，以 RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 计的稀土含量为 8.5 重%（占沸石）。高硅

沸石  $Y_3$  的制备与实施例 1 相同。 $Y_2$  与  $Y_3$  的重量比为 1.67。

用 4300 克脱阳离子水将 960 克多水高岭土打浆，再加入 781 克拟薄水铝石和 144ml 盐酸，搅拌均匀，在  $60^{\circ}\text{C}$  静置老化 1 小时，保持 PH 为 2~4，降至常温，再加入预先准备好的含 500 克  $Y_2$ (干基)、300 克  $Y_3$ (干基)和 2000 克化学水的沸石浆液，搅拌均匀，喷雾干燥成型，洗去游离  $\text{Na}^+$ ，得催化剂样品 B。表 3 和表 4 分别列出了该样品的组成及其在重油微反装置上的评价结果。

[对比样 2] 以水热处理法制备的硅铝比为 10.7，以  $\text{RE}_2\text{O}_3$  计的稀土含量为 1 重%的 DASY 沸石代替本发明催化剂中所使用的沸石，按照催化剂样品 B 的制备方法制得对比样 2。

为对比起见，该对比样的组成及其在重油微反装置上的评价结果也分别列入表 3 和表 4。

由表 4 可知催化剂样 B 的异戊烷和异己烷分别较对比样 2 高约 1.22 个百分点和 1.51 个百分点，但前者的戊烯和己烯产率较后者低约 3.87 个百分点和 2.07 个百分点。

表 3

项目	催化剂 B	对比样 2
组成, 重%		
高岭土	35	35
$\text{Al}_2\text{O}_3$	25	25
高硅稀土 $Y_2$	25	
高硅稀土 $Y_3$	15	
DASY		40

表 4

项 目	催化剂 B	对比样 2
转化率, %	74.88	73.58
裂化气, 重%	11.60	12.62
其中 <sup>*</sup> C <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2.61	3.89
C <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1.51	2.89
iC <sub>4</sub> <sup>0</sup>	4.03	3.54
汽油 (C <sub>5</sub> ~220℃), 重%	55.33	56.97
其中 <sup>**</sup> C <sub>5</sub> <sup>-</sup>	2.49	6.36
C <sub>6</sub> <sup>-</sup>	2.15	4.90
iC <sub>5</sub> <sup>0</sup>	8.37	7.15
iC <sub>6</sub> <sup>0</sup>	12.80	11.29
苯	0.24	0.18
甲苯	2.15	1.53
二甲苯	5.02	3.91
三甲苯	4.38	4.95
柴油 (221~330℃), 重%	13.53	16.18
重油 (>330℃), 重%	11.59	10.24
焦炭, 重%	4.72	3.99
合计	100.00	100.00

\* 裂化气中单烃组分的产率以原料重量为计算基准

\*\* 汽油中单烃组分的产率以汽油重量为计算基准

### 实施例 3~4

实施例 3~4 也是本发明提供催化剂的制备及其反应性能。

实施例 3 是以高硅沸石 Y<sub>2</sub> 和 Y<sub>3</sub> 为活性组分, Y<sub>2</sub> 与 Y<sub>3</sub> 的重量比为 0.6, 以高岭土为基质, 拟薄水铝石为粘结剂。

用 4300 克脱阳离子水将 860 克多水高岭土打浆, 再加入 781 克拟薄水铝

石和 144ml 盐酸，搅拌均匀，在 60℃静置老化 1 小时，保持 PH 为 2~4，降至常温，再加入预先准备好的含 500 克  $Y_2$ (干基)、300 克  $Y_3$ (干基)和 2000 克化学水的沸石浆液，搅拌均匀，喷雾干燥成型，洗去游离  $Na^+$ ，得催化剂样品 C。

实施例 4 是以高硅沸石  $Y_1$  和  $Y_3$  为活性组分， $Y_1$  与  $Y_3$  的重量比为 0.6，以高岭土为基质，拟薄水铝石为粘结剂，并按照催化剂 C 的制备方法制得的催化剂样品 D。

表 5 为催化剂样品 C 和 D 的组成，表 6 为样品 C 和 D 在重油微反装置上的评价结果。

表 5

项目	催化剂 C	催化剂 D
组成, 重%		
高岭土	35	35
$Al_2O_3$	25	25
高硅稀土 $Y_3$	25	25
高硅稀土 $Y_2$	15	
高硅稀土 $Y_1$		15

由表 6 可知本发明催化剂 C 和 D 与对比样 1 比较，汽油中戊烯和己烯含量相当，表明该三样品的氢转移性能相当。但样品 C 和 D 的异戊烷分别较对比样高约 3.87 个百分点和 3.38 个百分点，提高幅度达 69%和 60%；异己烷分别较对比样高约 5.28 个百分点和 4.58 个百分点，提高幅度达 63%和 55%，这表明样品 C 和 D 的异构化性能大幅度提高。

将本发明催化剂 C 和 D 与对比样 2 比较，样品 C 和 D 所得产物汽油中的异戊烷提高幅度约为 30%，异己烷提高幅度约为 20%；与此同时，戊烯和己烯下降幅度都约为 66%。这表明本发明提供催化剂样品 C 和 D 具有较强的异构化性能和氢转移性能。

表 6

项目 \ 催化剂	C	D	对比样 1	对比样 2
转化率, %	74.58	74.69	75.61	73.58
裂化气, 重%	11.78	12.05	15.21	12.62
其中 <sup>*</sup> C <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2.30	2.50	2.49	3.89
C <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1.37	1.40	2.21	2.89
iC <sub>4</sub> <sup>0</sup>	4.06	4.27	4.20	3.54
汽油 (C <sub>5</sub> ~220℃), 重%	57.80	56.64	52.00	56.97
其中 <sup>**</sup> C <sub>5</sub> <sup>-</sup>	2.08	2.15	2.06	6.36
C <sub>6</sub> <sup>-</sup>	1.59	1.67	1.61	4.90
iC <sub>5</sub> <sup>0</sup>	9.51	9.02	5.64	7.15
iC <sub>6</sub> <sup>0</sup>	13.60	12.90	8.32	11.29
苯	0.23	0.23	0.20	0.18
甲苯	2.00	2.02	1.61	1.53
二甲苯	5.01	5.00	4.32	3.91
三甲苯	4.68	4.74	4.25	4.95
柴油 (221~330℃), 重%	14.30	13.43	13.55	16.18
重油 (>330℃), 重%	11.12	11.88	11.84	10.24
焦炭, 重%	5.00	6.00	7.40	3.99
合计	100	100	100	100

\* 裂化气中单烃组分的产率以原料重量为计算基准

\*\* 汽油中单烃组分的产率以汽油重量为计算基准